Aus dem Institut für Veterinäranatomie
(Laboratorium für vergleichende Veterinäranatomie)
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof.Dr. F.Preuß

Die Mm.interossei der Katze

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Wolfram Lange
Tierarzt aus Chemnitz

Berlin 1970
J.Nr. 717

Aus dem Institut für Veterinäranatomie
(Laboratorium für vergleichende Veterinäranatomie)
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof.Dr. F.Preuß

Die Mm.interossei der Katze

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Wolfram Lange
Tierarzt aus Chemnitz

Berlin 1970
J.Nr. 717

Gedruckt mit Genehmigung

des Fachbereiches Veterinärmedizin

der Freien Universität Berlin

Vorsitzender: Prof. Dr.J.Boch

Referent: Prof. Dr.F.Preuß

Korreferent: Prof. Dr.L.F.Müller

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der Promotion: 10.7.1970

Inhaltsübersicht

Seite

I. Einleitung 1
II. Literaturauswahl 1
A. Die Mm.interossei als solche 1
B. Die Nerven der Mm.interossei 4
III. Eigene Untersuchungen 5
A. Die Muskelbäuche der Mm.interossei 5
B. Die Ursprungssehnen der Muskelbäuche 6
C. Die Endsehnen der Muskelbäuche 7
1. Die Palmarsehnen 7
2. Die Dorsalsehnen 9
3. Die Endsehne des palmolateralen Muskelbauches der 5.Zehe 11
D. Diskussion der Funktion der Mm.interossei 12
E. Die Innervation der Mm.interossei digiti manus 17
F. Die Innervation der Mm.interossei digiti pedis 19
G. Diskussion der Innervation der Mm.interossei 21
IV. Zusammenfassung 23
V. Abbildungen 24
VI. Bibliographie 27

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546513_0054

I. Einleitung, Material und Technik

Im Anschluß an neueste Untersuchungen zur Frage der Corpora capsularia s. sesamoidea von PREUSS/WÜNSCHE wurden von ZAPP (1967) die mit den Mm.interossei des Hundes zusammenhängenden Kapselkörper dargestellt. Dabei ergaben sich für die Mm.interossei neue Befunde, die zur Überprüfung dieser Muskeln auch bei der Katze veranlaßten.

Die Untersuchungen wurden an je 100 unfixierten Vorder- und Hinterextremitäten von männlichen und weiblichen Hauskatzen unter dem Stereo-Mikroskop III (Carl-Zeiss-Jena) bei 5-10facher Vergrößerung durchgeführt.

II. Literaturauswahl

A. Die Mm.interossei als solche

Über die vergleichende Anatomie und die phylogenetische Entwicklung der Mm.interossei existieren mehrere Arbeiten (RUGE 1878, CUNNINGHAM 1879, v.BARDELEBEN 1890, WIEDERSHEIM 1908, McMURRICH 1907, KAJAVA 1922, FORSTER 1916 und RIBBING 1938), die ein recht unübersichtliches und unvollständiges Bild ergeben. Die Vielfalt der Benennung dieser Muskeln tut dazu ein Übriges, so daß man zum Verständnis dieser stets unzureichend illustrierten Angaben jeweils ein Präparat von der betreffenden Species anfertigen müßte. Daher soll von den allgemeinen Aussagen hier nur angeführt werden, daß RIBBING die Mm.interossei der Anuren, Schildkröten, Krokodile und Säugetiere in dieser Reihenfolge insgesamt nach distal wandern sieht. Ihr Ursprung wandert von den distalen Karpalknochen zu den Proximalenden der Metakarpalknochen, ihre Endigung von den Distalenden der Metakarpalknochen zu den Phalangen. Die Äußerungen darüber hingegen, welche Muskeln zu den Mm.interossei gerechnet werden sollten oder nicht und ob ihre dorsale Gruppe durch Dorsalwanderung oder ihre Palmargruppe durch Palmarwanderung zustandegekommen ist, lassen unbefriedigt. Die modernen Nomenklaturen haben eine bestimmte Muskelgruppe als Mm.interossei bezeichnet, was heute allgemein anerkannt ist. Nur nach eingehenden Untersuchungen einzelner Species wird

es möglich sein, die neu erhobenen Befunde miteinander zu vergleichen und vergleichend zu deuten.

Die Angaben über die Mm.interossei des Menschen und der Affen sind naturgemäß eingehender (HENLE 1871, GRÄFENBERG 1905, CAMPBELL 1939, PERNKOPF 1943, CORNING 1925 und 1949, CLARA 1949, HAFFERL 1953, RAUBER/KOPSCH 1955, LANDSMEER 1955, LANZ/WACHSMUTH 1938 und 1959, LEVIS 1965, CIHAK 1967, BENNINGHOFF/GOERTTLER 1968 und TUTTLE 1969). Danach entspringen die Muskeln an den einander zugewandten Flächen der Basen der Ossa metacarpalia bzw. metatarsalia sowie mit einigen Fasern auch an den Hand- und Fußwurzelknochen (HENLE). Der Ursprung der dorsalen Muskeln wird dabei als zweiköpfig und der der palmaren bzw. plantaren Muskeln als einköpfig angegeben. Die gemeinsame Endigung der zusammengehörigen dorsalen und antidorsalen (palmaren und plantaren) Muskeln erfolgt teils an der Seitenfläche der Basis der Phalanx prox. und teils an der Dorsalaponeurose des betreffenden Digitus.

In der Veterinäranatomie werden die Mm.interossei der Klauentiere, die beim Schwein noch fleischig, bei den Wiederkäuern und beim Pferd jedoch rein sehnig sind, nicht in dorsale und antidorsale Muskeln geschieden. Ihr Ursprung gleicht dem des Menschen. Ihre Endigung erfolgt antidorsal an den Sesama bina und dorsal an der Strecksehne.

Ein grundsätzlich gleiches Verhalten wird für die Fleischfresser angegeben, bei denen mit Ausnahme von FORSTER und ZAPP beim Hund nicht zwischen dorsalen und antidorsalen Muskeln unterschieden wird (GURLT 1834, FRANCK 1883, SUSSDORF 1895, BAUM/ZIETZSCHMANN 1936, BRADLEY 1948, BOURDELLE/BRESSOU 1953, SISSON/GROSSMAN 1955, TAYLER 1959, KOCH 1960, NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE 1961, MILLER/CHRISTENSEN/EVANS 1965, NOMINA ANATOMICA VETERINARIA (NAV, 1968). ZAPP differenziert die Ursprünge und Endigungen der Mm.interossei des Hundes dahingehend, daß sie vorne und hinten von den Fußwurzelknochen und von den Mittelfußknochen kommen. Die Endigung der zusammengehörigen Muskeln erfolgt dagegen nur indirekt an den Sesama bina über ein Retinaculum; die direkte Endigung ist der Streckfortsatz der Phalanx media, an dem auch der tiefe Anteil der gemeinsamen und der langen Strecksehne endigt, mit dem sich die beiden (laterale und mediale) Interosseussehnen

proximal des Zehenmittelgelenks vereinigen.

Bei der Katze unterscheidet nur FORSTER, der ausschließlich die Vordergliedmaße beschreibt, zwischen 8 dorsalen und 4 palmaren Mm.interossei, die mit einer Ausnahme sämtlich einköpfig an den Basen der Metakarpalknochen entspringen. Nur der dorsale Muskel des dritten Metakarpalinterstitiums entspringt zweiköpfig, indem ein zweiter "virtueller" Kopf von der Basis des 4. Metakarpalknochens kommt. Über die Endigung der Muskeln ist von diesem Autor nur wenig mehr zu erfahren, als von den übrigen über die Katze berichtenden Autoren (STRAUS-DURCKHEIM 1845, MIVART 1881, REIGHARD/JENNING 1901, HAACK 1903, CROUCH 1969). Nach diesen eben angeführten Autoren, die nicht oder unklar zwischen Einzelbäuchen unterscheiden, endigen die Mm.interossei an den Sesama bina, an der Phalanx prox. und an der Dorsalaponeurose oder an der Strecksehne des betreffenden Digitus. Nur HAACK fügt hinzu, daß die laterale Interosseussehne der 5. Vorder- und Hinterzehe sich nicht auf das Dorsum dieser Zehe begibt, was übrigens auch ZAPP für den Hund angibt. Weiter sagt HAACK, daß sich so auch die mediale Interosseussehne der 2.Vorder- und Hinterzehe verhalte. Die meisten Autoren betonen, daß der zum Zehenrücken ziehende Schenkel der schwächere ist.

Funktionell werden die Mm.interossei primär als Beuger des Zehengrundgelenks angesprochen, was für die niederen Wirbeltiere gilt. Sofern sie dann mit ihrer Endigung auch auf das Dorsum digiti gelangen, wirken sie zusätzlich als Strecker des mittleren (und distalen) Zehengelenks. Bei ihrer differenziertesten Ausbildung enden sie auch an den Seitenflächen der Grundphalanx, so daß sie dadurch ebenfalls zu Adduktoren bzw. Abduktoren werden. Ihre sehnige Rückbildung bei den Klauen- und Huftieren geht natürlich damit einher, daß jede aktive Funktion fehlt und sie nur noch eine passive Funktion innerhalb des Fesselträgers entfalten können.

Es ist klar, daß bei jenen Muskeln, die gut ausgebildet und in dorsale und antidorsale gesondert sind, jeder einzelne Muskelbauch eine eigene Funktion hat, die durch das Zusammenwirken mit anderen Muskelbäuchen abgeändert wird. Auch die Perissodaktylie, die für die menschliche Hand zutrifft, oder die Artiodaktylie, zu der die Füße des Fleischfressers gehören,

oder die atypische Form des menschlichen Fußes - der allerdings auch als modifiziert perissodatyl bezeichnet werden kann, da die zweite Zehe die Spreizachse darstellt (RAUBER/KOPSCH) - beeinflussen die Funktion zumindest im Hinblick auf die Gruppenwirkung von Mm.interossei.

Alle diese Funktionsmöglichkeiten anzuführen, ist jedoch wenig sinnvoll, da sie bei Neubefunden an einer Species nur innerhalb dieser Species diskutiert werden können. Das schmälert den hohen Wert einer vergleichenden funktionellen Betrachtung nicht, deren zugrundeliegende Daten nur nicht in die Literaturauswahl, sondern mit in die Diskussion gehören.

B. Die Nerven der Mm.interossei

In weitgehender Übereinstimmung wird angegeben, daß die Mm.interossei manus vom N.ulnaris versorgt werden, und zwar vom R.profundus seines R.palmaris. Das gleiche gilt für die Mm.interossei pedis, die vom N.tibialis versorgt werden, und zwar vom R.profundus seines N.plantaris lat. Nur RUGE gibt für den Menschen an, daß die lateralen Interosseusmuskeln des Fußes zusätzlich von einem oberflächlichen Ast des N.plantaris lat. versorgt werden. Für die Mm.interossei manus des Hundes ist nach FORSTER erkennbar, daß die dorsalen Muskeln der Spatia interossea metacarpi II und I anders innerviert werden als die palmaren Muskeln. In welcher Weise das geschieht, wird jedoch nicht angegeben.

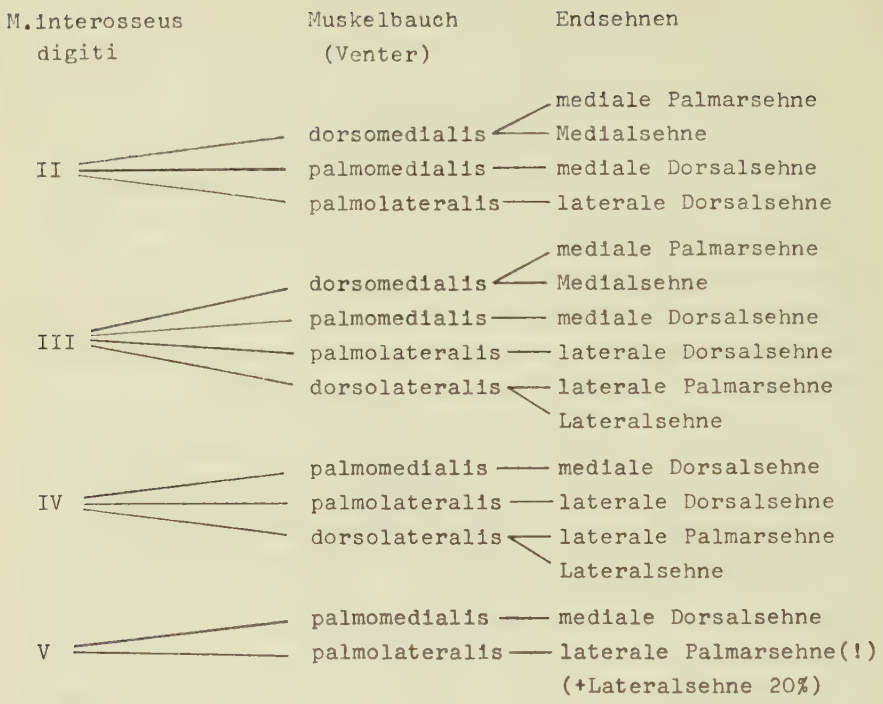
Nur v.BARDELEBEN wirft die Frage auf, ob solche Muskeln ebenfalls zu den Mm.interossei gezählt werden müssen, die von denselben Nervenästen wie diese versorgt werden. Das gilt z.B. für den M.abductor digiti V. Weiter fragt er, ob auch z.B. der M.abductor pollicis als M.interosseus aufgefaßt werden könnte, obwohl er vom N.medianus innerviert wird. Diese Fragen sind jedoch gegenstandslos; sie wurden nur angeführt, weil das Nerv-Muskelkriterium bei der Homologisierung von Muskeln eine Rolle spielt, die angesichts der inzwischen anerkannten Nomenklatur (s.o.) ebenso irrelevant ist, wie die Benennung der Mm.interossei nach ihrer Länge oder nach ihrer Funktion als Abduktoren, Adduktoren oder tiefe Beuger.

III. Eigene Untersuchungen

A. Die Muskelbäuche der Mm.interossei

Die Katze besitzt im Einklang mit den vielseitigen Bewegungsmöglichkeiten ihrer Zehen die am besten ausgebildeten Mm.interossei aller Haussäugetierarten. Es handelt sich dabei am Vorder- und Hinterfuß um sich völlig entsprechende Muskeln der 2.-5.Zehe, die, weil sie ausschließlich auf jeweils eine Zehe wirken, mit PREUSS (1967) und ZAPP als Mm.interossei digiti II-V benannt werden. Diese Muskeln bestehen aus 2-4 Muskelbäuchen, die entweder dorsale oder palmare (plantare) Muskelbäuche sind und deren konstantes Vorkommen je Muskel der Abb.1 zu entnehmen ist. Die Unterscheidung von dorsalen und palmaren (plantaren) Muskelbäuchen je Muskel erfolgt dabei nach dem Vorgehen beim Menschen, das FORSTER auf sämtliche von ihm untersuchte Säugetiere übertrug, unter denen sich auch Hund und Katze befanden. Obwohl eine weniger irritierende Bezeichnung denkbar ist, soll diese Unterscheidung hier auch für die Katze beibehalten werden mit der Bemerkung, daß die dorsalen Bäuche nicht auf dem Dorsum manus (pedis) liegen, wohl aber bei dorsaler Ansicht der Hand (des Fußes) zwischen den Ossa metacarpalia (metatarsalia) anteilig sichtbar sind, während die palmaren (plantaren) Muskelbäuche der entsprechenden Fläche dieser ihrer Knochen direkt anliegen und von dorsal her nicht sichtbar sind.

Da maximal 4 Muskelbäuche je M.interosseus vorkommen, deren je zwei dorsale resp. palmare (plantare) Bäuche sind, soll nachstehende Aufstellung darüber informieren, welcher M.interosseus welche Muskelbäuche besitzt. Wenn dabei nur die Mm.interossei manus aufgeführt werden, dann kann das deswegen geschehen, weil man vorkommende Wortverbindungen mit palmo- nur durch solche mit planto- zu ersetzen braucht, um die gleichen Verhältnisse der Mm.interossei pedis zu übersehen. Auf die außerdem hinzugefügten Endsehnen aller Muskelbäuche wird später eingegangen.



B. Die Ursprungssehnen der Muskelbäuche

Die Ursprünge dieser 12 Muskelbäuche wurden am Vorderfuß nach dem Vorgehen von ZAPP durch das Lig.carpi palmare prof. hindurch bis auf die Basen der Metakarpalknochen resp. bis auf die einzelnen Handwurzelknochen verfolgt und sind der Abb.1 zu entnehmen. Bei den 12 Muskelbäuchen des Hinterfußes wurde das gleiche versucht; doch war es mir dort nicht möglich, durch das Lig.tarsi plantare prof. (statt Lig.plant.prof.,ZAPP) hindurch Einzelsehnen einwandfrei zu verfolgen, so daß eine entsprechende Darstellung unterbleiben mußte. Auch untersuchte ich im Gegensatz zu ZAPP nicht die sesamoidalen Bildungen in diesen beiden Ligamenten, - die nach meiner Übersicht allerdings denen des Hundes grundsätzlich gleichen -, da der Schwer-

punkt meiner Präparationen auf den Insertionsverhältnissen der Endsehnen und auf den Innervationsverhältnissen aller Mm.interossei lag.

Bevor die Insertionsverhältnisse der Endsehnen ebenfalls generalisierend behandelt werden, sei vorausgeschickt, daß die Ursprungssehnen, wie beim Hund, je in ihren Muskelbauch übergehen (Abb.1). Die Muskelbäuche jedes M.interosseus vereinigen sich darauf zum jeweiligen Gesamtmuskel, lassen sich jedoch infolge des zwischen den Muskelbäuchen vorhandenen intermuskulären Bindegewebes mehr oder weniger gut isolieren. Im Zusammenhang damit, daß entgegen den Verhältnissen beim Hund jeder Muskelbauch auch in eine eigene Endsehne übergeht, spricht diese weitgehende Isolierbarkeit jedes Bauches dafür, daß er seine eigene Wirkung entfalten kann.

Im Hinblick auf die Endsehnen ist aus obiger Aufstellung ersichtlich, daß alle jene Muskelbäuche, deren Name sie als palmare Bäuche ausweist, in Dorsalsehnen übergehen. Entsprechend gehen alle Bäuche, deren Name sie als dorsale Bäuche ausweist, in Palmarsehnen über, zu denen allerdings noch entweder eine Lateralsehne oder eine Medialsehne hinzukommt. Nur der palmolaterale Bauch des M.interosseus V macht hiervon eine Ausnahme.

C. Die Endsehnen der Muskelbäuche

Anhand des M.interosseus digiti III sollen nun die übereinstimmenden Insertionsverhältnisse der Endsehnen aller Mm.interossei behandelt werden, weil allein dieser Muskel sämtliche 4 möglichen Muskelbäuche besitzt. Die Besonderheiten, die nur bei den Dorsalsehnen vorkommen, werden jeweils hervorgehoben werden.

1. Die Palmarsehnen sind die e i n e n Endsehnen der Dorsalbäuche der Mm.interossei und heißen mediale oder laterale Palmarsehne, je nachdem, ob sie zu einem dorsomedialen oder einem dorsolateralen Muskelbauch gehören. Die z w e i t e n Endsehnen dieser Muskelbäuche sind eine Medialsehne oder eine Lateralsehne, die wiederum zum gleichseitigen Muskelbauch gehören.

a. Die mediale Palmarsehne (Abb.1;c) geht als erste Endsehne aus einem zentral im Muskelbauch gelegenen Sehnenspiegel nahe

der am gleichseitigen Sesambein der Sesama bina gelegenen Muskel-Sehnengrenze hervor und endet nach 1-2mm proximal an diesem ihrem Sesambein. Damit ist die Wirkung dieses Bauches über diese Sehne unter Berücksichtigung des Retinaculum decussatum med. (Abb.1;Rdm) und des Retinaculum intersesamoideum (Ri) festgelegt. Sie besteht in einer Beugung des Zehengrundgelenks bei gleichzeitigem geringgradigem Medialzug der gesamten Zehe. Dieser Medialzug trifft auch den zugehörigen Mittelfußknochen, wie ein Blick auf die Ursprungssehnen zeigt. Das gilt für jede mediale Palmarsehne, sofern sie allein vorhanden ist (2.Zehe) oder allein wirkt (3.Zehe), während es bei gleichzeitiger Kontraktion des dorsomedialen und dorsolateralen Bauches (nur 3.Zehe) ausschließlich zur Beugung des Gelenkes kommen kann. Bei der 4.Zehe übt die dort allein vorhandene laterale Palmarsehne natürlich einen Lateralzug aus.

b. Die Medialsehne (Abb.1;b) geht als zweite, erheblich längere Endsehne des dorsomedialen Bauches aus einem seitlich-oberflächlich gelegenen Sehnenspiegel ebenfalls an der beschriebenen Muskel-Sehnengrenze hervor. Sie passiert die Medialfläche der Kapsel des Zehengrundgelenks, mit der sie locker verbunden ist, und inseriert inmitten der basalen Medialfläche der Phalanx prox. Mit ihr vereinigt sich auf halber Länge ein fasziogener Tractus (Abb.2;b'), der sich aus dem Periost des Os metacarpale III nahe der Befestigung der Gelenkkapsel löst und bis zur Vereinigung mit der Medialsehne ebenfalls locker mit der Gelenkkapsel verbunden ist. Ahmt man die Kontraktion des Muskelbauches durch Proximalzug an ihm nach, wird die theoretisch ableitbare Wirkung der Medialsehne bestätigt und die nicht ohne weiteres ableitbare Wirkung des Tractus klar. Die Medialsehne zieht die Phalanx prox. und damit die ganze Zehe nach medial. Sie macht ihren Muskel also zum Adduktor der Zehe. Hierbei hebt sich die Medialsehne deutlich von der Gelenkkapsel ab, was zur Folge hat, daß auch der mittwegs in sie einstrahlende Tractus sich von seiner Unterlage abhebt. Dadurch entsteht ein indirekter Medialzug auf das Os metacarpale III, das damit ebenfalls adduziert wird. Daher ist der Tractus ein Tractus adducens.

c. Die laterale Palmarsehne (Abb.2;c) des dorsolateralen Bauches ist das Spiegelbild der medialen Palmarsehne, und das gleiche gilt sinngemäß für
d. die Lateralsehne (Abb.2;b) dieses Bauches. Diese Sehne macht ihren Muskel allerdings zum Abduktor, und der in sie einstrahlende Tractus ist ein Tractus abducens (b').

2. Die Dorsalsehnen (Abb.2;a) sind die einzigen Endsehnen der Palmarbäuche der Mm.interossei und heißen mediale oder laterale Dorsalsehne, je nachdem, ob sie aus dem medialen oder lateralen Muskelbauch hervorgehen. Ihre Muskel-Sehnengrenze liegt, von der jeweiligen Zehenachse aus gesehen, stets abaxial auf der Muskel-Sehnengrenze des Dorsalbauches seines M.interosseus, sofern dieser Dorsalbauch vorhanden ist.
a. Die mediale Dorsalsehne (Abb.1;a), die stets etwas breiter als die laterale Dorsalsehne ist, passiert den Drehpunkt des Zehengrundgelenks palmar (plantar) und bildet bei Dorsalflexion dieses Gelenks einen dorsal konkaven Bogen. Die Konvexität dieses Bogens wird durch das Retinaculum suspensorium (Abb.2;h) fixiert, welches am Palmarrand (Plantarrand) ihres Gleichbeins verankert ist. In Fortsetzung ihres Verlaufs kreuzt sie die Medialfläche der Phalanx prox. auf langem Wege in distodorsaler Richtung und gelangt im distalen Viertel der Phalanx prox. auf deren Dorsalfläche. Hier vereinigt sie sich mit der Sehne des M.extensor digitalis com. (longus). Die vereinigten Sehnen (Abb.3-6) verlöten mit der Dorsalfläche des dortigen Kapselkörpers (Abb.2;S4), der stets knorpelig ist und daher eine Cartilago sesamoidea interphalangealis dors.prox. darstellt, und enden mit ihren tiefen Hauptanteilen oder zur Gänze (s.u.) am Streckfortsatz der Phalanx media (Abb.2;e'). Ihre oberflächlichen Nebenanteile ziehen, gewöhnlich durch solche von der lateralen Dorsalsehne und der mit dieser jeweils verschmolzenen Strecksehne (s.u.) verstärkt, längs dem Dorsum der Phalanx med. über das Zehenendgelenk und enden am Streckfortsatz der Phalanx dist. nahe deren Gelenkfläche. Dabei wird dieses komplexe Distalende der Strecksehne hart distal des Zehenmittelgelenks beiderseits durch ein Retinaculum collaterale (lat. und med.,Abb.2;i) fixiert, das unter dem ursprungsnahen Abschnitt des gleichseitigen Lig.collaterale (Abb.2;1) dieses Gelenks an der Bandgrube der Phalanx prox. entspringt.

Diesen allgemeingültigen Daten über die mediale Dorsalsehne seien sogleich die je Zehe besonderen Verhältnisse hinzugefügt. Sie betreffen ausschließlich das Ende dieser Sehne, das an der 2.Zehe vorne und hinten allein am Streckfortsatz der Phalanx media gegeben ist. (Abb.3). An allen anderen Zehen beider Gliedmaßen (Abb.4-6) endet nur ihr tiefer Hauptanteil hier, während ihr oberflächlicher Nebenanteil sich, wie beschrieben, an dem komplexen Endabschnitt der Strecksehne beteiligt.

Die funktionelle Bedeutung dieses unterschiedlichen Verhaltens ist ohne weiteres klar, indem der Muskel über diese Sehne an der 2.Zehe ausschließlich streckend auf das Zehenmittelgelenk, an der 3.-5.Zehe außerdem in besonderer Weise (WÜNSCHE/PREUSS) auf das Zehenendgelenk einwirken kann. Auf die Komponentenwirkung bei der Adduktion und Abduktion der Zehen kann erst nach Beschreibung der lateralen Dorsalsehnen eingegangen werden.

b. Die laterale Dorsalsehne (Abb.2;a) hat prinzipiell den gleichen Verlauf und die gleiche Endigungsweise wie die mediale Dorsalsehne. Dennoch unterscheidet sie sich ebenso grundsätzlich von dieser dadurch, daß sie bereits im proximalen Drittel der Phalanx prox. mit der lateralen Strecksehne (d) verschmilzt. Zu welchem Muskel diese laterale Strecksehne bei den einzelnen Zehen der Vorder- und Hintergliedmaße gehört, ist der Legende der Abb.3-6 zu entnehmen. Dieses Verschmelzungsprodukt, dessen stärkerer Anteil stets von der lateralen Strecksehne und dessen schwächerer Anteil stets von der lateralen Dorsalsehne gestellt wird und das es nur an der 2.-4.Zehe gibt, verhält sich von der Verschmelzungsstelle an so, wie die mediale Dorsalsehne. Es erreicht im distalen Viertel der Phalanx prox. deren Dorsalfläche und vereinigt sich hier mit der Sehne des M.extensor digitalis com. (longus). Die vereinigten 3 Sehnen (Abb.3-5) bzw. 2 Sehnen (Abb.6), zu denen die mediale Dorsalsehne als vierte (Abb.3-5) bzw. dritte (Abb.6) hinzukommt, verlöten mit der Dorsalfläche des dortigen Kapselkörpers und enden mit ihren tiefen Hauptanteilen (Abb.3-5) oder zur Gänze (Abb.6) am Streck-

fortsatz der Phalanx media. Ihre oberflächlichen Nebenanteile ziehen mit denen der gemeinsamen (langen) Strecksehne (Abb.3 u.4) und denen der medialen Strecksehne (Abb.4 u.5) als komplexer Abschnitt der Strecksehne zum Streckfortsatz der Phalanx dist., nachdem dieser Abschnitt zuvor durch die beschriebenen Retinacula collateralia (Abb.2;i) seitlich fixiert wurde.

Die je Zehe besonderen Verhältnisse aller oberflächlichen Nebenanteile der Dorsalsehnen und der Strecksehnen sind nun derart, daß sie den komplexen Endabschnitt der Strecksehne zu einem Tendo compositus (interosseoextensorius) gestalten. Dieser besteht an der 2.Zehe vorn und hinten (Abb.3) aus lateralen Anteilen der gemeinsamen (langen) Dorsal- und Strecksehne (c u.b) und aus medialen Anteilen der vereinigten lateralen Strecksehne (d,e). Von der Zehenachse ausgehend, setzt sich der Tendo compositus (n) der 2.Zehe mithin nur aus lateralen Anteilen zusammen. An der 3.und 4.Zehe besteht er vorne (Abb.4) aus medialen Anteilen der gemeinsamen Streckensehne und aus mittleren Anteilen beider Dorsalsehnen, wobei zur lateralen Dorsalsehne natürlich immer die starke Komponente der lateralen Strecksehne gehört. Es überwiegen bei diesen Zehen danach die medial der Zehenachse gelegenen Anteile. An der 3.und 4.Zehe hinten (Abb.5) besteht der Tendo compositus nur aus Anteilen der beiden Dorsalsehnen, einschließlich der lateralen Strecksehne, während die lange Strecksehne am Streckfortsatz der Phalanx media endet und dadurch keinen Einfluß auf das Zehenendgelenk nehmen kann. Die Anteile beiderseits der Zehenachse sind ausgeglichen. An der 5.Zehe schließlich (Abb.6) wird der Tendo compositus vorne und hinten durch laterale Anteile der medialen Dorsalsehne und durch mediale Anteile der gemeinsamen (langen) Strecksehne gebildet. Es sind danach nur Anteile medial der Zehenachse beteiligt.

3. Die Endsehne des palmolateralen Muskelbauches der 5.Zehe besitzt, wie oben angedeutet (s.a.Aufstellung unter III A), im Gegensatz zu allen übrigen Palmolateralbäuchen keine laterale Dorsalsehne, sondern eine laterale Palmarsehne. Diese verhält sich genau so, wie die übrigen lateralen Palmarsehnen, indem sie proximolateral an ihrem Gleichbein endet. In 20% der Fälle ging aus diesem Muskelbauch als zweite Endsehne auch eine La-

teralsehne hervor, zu der dann auch ein Tractus lat.s.abducens hinzukam. Wegen dieser abweichenden Endigung der Endsehne dieses Muskelbauches entspricht seine funktionelle Einwirkung auf das Zehengrundgelenk der eines dorsalen Muskelbauches, d.h. dieser palmolaterale Muskelbauch ist ein Beuger (und gegebenenfalls Abduktor) des Zehengrundgelenks. Die ihr sonst zukommende Streckwirkung auf dieses Gelenk wird allein von der lateralen Strecksehne (Abb.6;d) wahrgenommen.

D. Diskussion der Funktion der Mm.interossei

Die Funktion eines Muskels ist von seinem Verlauf zwischen Ursprung und Endigung abhängig. Besteht der Muskel aus mehreren Bäuchen, dann gilt das für jeden seiner Bäuche, sofern sie eigene Ursprünge und Endigungen besitzen. Das ist bei den Mm.interossei der Katze der Fall.

Bei den Ursprüngen der Dorsalbäuche, die zunächst behandelt seien, fällt auf (Abb.1), daß sie gewöhnlich "zweiköpfig" entspringen. Dabei erfolgt die eine (erste) Ursprungsverankerung am selben Mittelfußknochen, zu dem der Bauch gehört, während die zweite Verankerung bei den dorsomedialen Bäuchen am medial benachbarten und bei den dorsolateralen Bäuchen am lateral benachbarten Mittelfußknochen geschieht. Nur der dorsolaterale Bauch des M.interosseus digiti III macht hiervon eine Ausnahme, indem er nur diesen zweiten Ursprung besitzt. Im Vergleich mit FORSTER ist das besonders interessant, da dieser Autor nur diesem Bauch einen zweiköpfigen Ursprung zugesteht, während alle anderen Dorsalbäuche nur einköpfig entspringen sollen. Damit stehen sich zwei Aussagen diametral gegenüber. Ich erachte jedoch den bei allen Dorsalbäuchen vorhandenen zweiten Ursprung für funktionell bedeutsam, da nur er dem Muskelbauch bereits vom Ursprung her eine Adduktionsstellung (Abb.1;JII und III) bzw. eine Abduktionsstellung (JIII und IV) verleiht. Der beim Dorsolateralbauch von JIII allein vorhandene zweite Ursprung bestärkt außerdem, was durch das Vorhandensein von 2 Dorsalbäuchen nur an der 3.Zehe gegeben ist, nämlich daß die Spreizachse des Katzenfußes mit der Zehenachse der 3.Zehe zusammenfällt. Diesbezüglich verhalten sich alle Katzenfüße wie die

menschliche Hand und nicht wie der menschliche Fuß, wo die 2.Zehe die Spreizachse darstellt. Das erscheint erwähnenswert, weil Hand und Fuß des Menschen perissodactyl bzw. modifiziert perissodaktyl sind, während die Katzenfüße artiodactyl sind.

Die Endigung der beiden Endsehnen der Dorsalbäuche vervollständigt nun die Funktion jedes einzelnen Dorsalbauches als Adduktor bzw. Abduktor. Dabei bedingen die Medialsehnen der Dorsomedialbäuche eine direkte Adduktion der Phalanx prox. ihrer Zehen und damit eine Adduktion dieser Zehen als Ganze. Der in die Medialsehne einstrahlende Tractus adducens (Abb.2;b') bewirkt außerdem eine indirekte Adduktion auch des zugehörigen Mittelfußknochens.

Bei den Dorsolateralbäuchen gilt für ihre Lateralsehne und ihren Tractus abducens das Gleiche im Sinne einer Abduktion, was soeben für die Adduktionswirkung der Dorsomedialbäuche ausgeführt wurde.

Alle Dorsalbäuche besitzen nun auch eine Palmarsehne, die am Proximalende ihres Sesambeins der Sesama bina endet. Diese Sehne macht ihren Muskel zum Beuger des Zehengrundgelenks und zum Adduktor bzw. Abduktor ihrer Zehe. Ausschließlich beugend kann sie nur im Zusammenhang mit dem kontralateralen Muskel wirken, was allein an der 3.Zehe möglich ist. Dabei wird die Beugefunktion durch die vorhin als "erste" bezeichnete Ursprungssehne begünstigt, da sie in Richtung der Längsachse des Muskels liegt. Für sich allein muß sie, wie stets an der 2.und 4.Zehe, auch adduzierend bzw. abduzierend wirken, weil sie an dem auf der entsprechenden Seite gelegenen Sesambein endet und weil sich ihr Zug über das Retinaculum intersesamoideum und vor allem über das homolaterale Retinaculum decussatum fortsetzt.

Bei den Ursprüngen der Palmarbäuche ist zwar auch häufig eine "zweiköpfige" Verankerung vorhanden, doch ist sie ebensooft nur einköpfig. Trotz regelmäßigen Verhaltens je Muskelbauch läßt die diesbezügliche Unregelmäßigkeit bei Betrachtung aller Bäuche keine funktionell eindeutige Auswirkung erkennen. Die Endsehnen aller Palmarbäuche, die Dorsalsehnen sind, verhalten sich nun mit Ausnahme der des Palmolateralbauches von JV, der funktionell einem Dorsolateralbauch entspricht, gleich. Indem sie

palmar bzw. plantar des Drehpunktes des Zehengrundgelenks vorbeiziehen, machen sie ihren Muskel zum Beuger. Indem sie am gleichseitigen Sesambein durch ein Retinaculum suspensorium verankert werden, wirken sie über dieses Retinaculum als Adduktor bzw. Abduktor ihrer Zehe. Indem sie schließlich auf das Dorsum digiti treten und sich dort mit der gemeinsamen (langen) Strecksehne vereinigen, machen sie ihren Muskel abermals zum Adduktor bzw. Abduktor und gleichzeitig zum Strecker des Zehenmittelgelenks.

Dies alles gilt für den einzelnen Palmarbauch. Wirken beide Palmarbäuche eines M.interosseus gemeinsam, dann entfällt die adduzierende bzw. abduzierende Wirkung, und übrig bleiben eine starke Beugewirkung auf das Zehengrundgelenk sowie eine starke Streckwirkung auf das Zehenmittelgelenk.

Diese sich selbst verstehenden funktionellen Ableitungen den Angaben der Literatur gegenüberstellend, sei zunächst widersprochen, daß die Dorsalsehne schwächer als die anderen Sehnen (Palmar- bzw. Plantarsehne und Medial- bzw. Lateralsehne) ist. Sie ist im Gegenteil stets stärker. Beide Dorsalsehnen eines M.interosseus vergleichend, ist die mediale Sehne außerdem stets breiter als die laterale. Der zwischen ihr und der gemeinsamen (langen) Strecksehne übrig bleibende Dreiecksspalt wird dadurch sehr eng, und seine Überbrückung durch die hier verstärkte Zehenfaszie, die der Dorsalaponeurose (Streckaponeurose) der Autoren entspricht, erweckt den Eindruck einer breitflächigen Verschmelzung beider Sehnen. Die laterale Dorsalsehne ist demgegenüber schlanker, trotz der sich mit ihr vereinigenden lateralen Strecksehne. An der 5.Zehe übernimmt diese laterale Strecksehne die Streckfunktion der dort nicht ausgebildeten Dorsalsehne, worin ich mit HAACK übereinstimme. Ich muß HAACK aber darin widersprechen, daß auch die mediale Dorsalsehne des M.interosseus digiti II fehle. Diese ist stets vorhanden.

Zur Erklärung der Funktion aller Anteile, die von den Dorsalsehnen und von den Strecksehnen über das Zehenmittelgelenk hinaus als Tendo compositus (interosseoextensorius) bis zum Krallenbein ziehen, mußten die anatomischen Verhältnisse des Krallengelenks bekannt sein. Diese Untersuchungen

führten WÜNSCHE/PREUSS parallel zu meinen Untersuchungen durch, wobei sich überraschenderweise ergab, daß der Tendo compositus vornehmlich eine Haltefunktion besitzt, indem er das Krallengelenk vor zu starker Beugung und dessen dorsale elastische Bänder vor Überdehnung schützt. Weitere Einzelheiten sind dort nachzulesen.

Hier sei nur angeführt, daß die Strecksehnen gemeinsam mit den Dorsalsehnen der Mm.interossei vornehmlich am Streckfortsatz der Phalanx media enden. Damit liegt die gleiche Situation wie beim Hund vor, die ZAPP erstmals darstellte und die bei der Katze bisher unbekannt war. Während beim Hund aber die Masse der gemeinsamen (langen) Strecksehne zum Streckfortsatz der Phalanx dist weiterzieht, fehlt diese Fortsetzung an der 3.und 4.Hinterzehe der Katze völlig. An allen übrigen Vorder- und Hinterzehen, die einen M.interosseus besitzen, gibt es dagegen diese Fortsetzungen, die jedoch nur aus schwachen, oberflächlichen Anteilen der Strecksehne besteht, zu denen wechselnde Anteile der Dorsalsehne der Mm.interossei hinzukommen. Diese in Abb.3 dargestellten Verhältnisse zeigen auch, daß die Lage dieser Anteile zur jeweiligen Zehenachse charakteristisch ist, wie unter III2b ausgeführt wurde. Diese Lage ist funktionsbezogen und läßt unabhängig von der von WÜNSCHE/PREUSS nachgewiesenen Funktion für das Krallengelenk (s.o.) eine Funktion des Tendo compositus für die Stellung der Gesamtzehe erkennen. Ein Blick auf Abb.3 zeigt, daß er an der 2.Zehe die Abduktionsstellung und an der 5.Zehe die Adduktionsstellung unterstützt. An der 3.und 4.Vorderzehe ist ebenfalls eine geringgradige Tendenz zur Unterstützung der Adduktionsstellung herauszulesen. An der 3.und 4.Hinterzehe dagegen liegt eine ab- und adduktionsneutrale Lage des Tendo compositus vor, die mit der Schubwirkung der Beckengliedmaße der Katze auch beim Klettern im Einklang steht.

Hier sei abschließend eine Gegenüberstellung der Mm.interossei zu denen anderer Species vorgenommen. Meine Untersuchungen ergänzen FORSTER, wonach ihre Ausbildung bei der Katze vollständiger als beim Hund ist, erheblich. FORSTER meint nur die relativ bessere Ausbildung der Muskeln bei der Katze. Im Vergleich zum Hund (ZAPP) besitzt aber die Katze nicht nur einen Muskelbauch - den dorsomedialen Muskelbauch des M.interosseus digiti II -

mehr als der Hund, sondern die Endsehnen verhalten sich auch grundsätzlich anders. Während die Katze palmare, seitliche und dorsale Endsehnen besitzt, kommen beim Hund mit einer Ausnahme nur Endsehnen vor, die den dorsalen Endsehnen der Katze entsprechen. Die Ausnahme existiert lateral an der 5.Zehe, wo der laterale Palmarbauch (Plantarbauch) mit einer Palmarsehne (Plantarsehne) am lateralen Sesambein der Sesama bina endet.

Im Vergleich zu den Klauen- und Huftieren (Schwein, Wiederkäuer, Pferd) besitzt die Katze allein seitliche Endsehnen, während die Dorsal- und Antidorsalsehnen bei diesen Arten ebenfalls ausgebildet sind.

Beim Menschen und bei den Affen (FORSTER) wiederum fehlt eine Palmar- bzw. Plantarsehne. Nach STRAUS-DURCKHEIM ist das deshalb der Fall, weil dem Menschen Sesama bina fehlen. Diese kommen aber durchaus, wenn auch in reduzierter Form oder nur gelegentlich, vor (LANZ/WACHSMUTH).

Um die tierartlich unterschiedliche Ausbildung der Endsehnen der Mm.interossei zu verstehen, ist es unerläßlich, die vordergründige Funktion der distalen Gliedmaßenenden zu bestimmen. Danach kann hier (nur im Hinblick auf die Mm.interossei!) von Greiftieren, Lauftieren und Standtieren gesprochen werden. Bei den Standtieren, zu denen die Klauen- und Huftiere gehören, weist die Spezialisierung der Endsehnen so wie die ihrer Mm.interossei eindeutig in eine Richtung. Die Muskeln sind zu sehnigen Haltegurten geworden, deren Palmarsehnen das Zehengrundgelenk passiv tragen und deren Dorsalsehnen die Zehen passiv schienen. Diese Funktionen (tragen und schienen) kommen beim Menschen als Greif- "Tier" beim Finger- und Zehenspitzenstand aktiv ebenfalls vor. Normalerweise aber ist das Greiftier (Katze und Mensch) vermehrt auf das Spreizen und Schließen seiner Digiti angewiesen, wobei die Beugung keinesfalls, die Strekkung jedoch eher vernachlässigt werden kann. Beim Lauftier (Hund) dagegen stehen Beugen und Strecken im Vordergrund. Fraglich ist, welche dieser Funktionen die "primitiveren" sind. Zweifellos stellt die Haltefunktion der Mm.interossei, wie sie bei den Standtieren ausgebildet ist, eine Endspezialisierung dar. Ob

aber die Katze als Greiftier (Klettertier) primitiver und damit vielseitiger ist als der Mensch, dessen Hand weniger primitiv, aber weit vielseitiger ist, kann hier nur als Anregung gefragt werden. Die Anregung bezieht sich dabei auch darauf, die Mm.interossei der verschiedensten Species erneut zu untersuchen und alle Daten funktionell-anatomisch zu werten.

E. Die Innervation der Mm.interossei digiti manus

Obwohl sämtliche Mm.interossei der Vorderzehen vom R.prof. des R.palm.n.ulnaris versorgt werden, verfolgte ich sämtliche Nerven der Vorderzehen, um mögliche Interosseusnerven nicht zu übersehen, die von den Nn.radialis und medianus sowie von anderen Ästen des N.ulnaris kommen konnten.

Die dorsalen Vorderzehennerven werden dabei von den Nn.radialis und ulnaris entlassen. Im einzelnen spaltet sich der R.med.n.radialis in Höhe der Karpometakarpalgelenke in den N.digitalis dors.I med. und den N.digitalis dors.com.I. Letzterer gabelt sich in die Nn.dig.dors.prop.I lat. und II med.Der R.lat.n.radialis spaltet sich in die beiden Nn.dig.dors.com.II und III, die sich ihrerseits in die entsprechenden Zeheneigennerven der 2.-4.Zehe gabeln. Der N.dig.dors.com.III gibt dabei vorher einen R.communicans zum N.dig.dors.com.IV ab. Der N.ulnaris spaltet sich nach Versorgung seiner Beugemuskeln am Unterarm in der proximalen Hälfte des Unterarms in den R.dors. und den R.palm. Der hier zunächst nur interessierende R.dors. verhält sich sinngemäß wie der R.med.n.radialis, indem er sich in den N.dig.dors.V lat. und den N.dig.dors.com.IV spaltet und letzterer sich in die entsprechenden Zeheneigennerven der 4.und 5.Zehe gabelt, nachdem er zuvor den genannten R.communicans vom N.dig. dors.com.III aufgenommen hat.

Die palmaren Vorderzehennerven werden von den Nn.medianus und ulnaris entlassen und bilden wie auf dem Dorsum manus nur ein oberflächliches System. Der N.medianus spaltet sich dabei in die Nn.digitales palmm.comm.I-III, die sich ihrerseits in die entsprechenden Zeheneigennerven der 1.-4.Zehe gabeln. Der R.palm. n.ulnaris spaltet sich in Höhe des Antebrachiokarpalgelenks in die fast stopfnadeldicken Rr.supf. und prof. Der hier zunächst

nur interessierende R.supf. zieht medial des Os carpi acc. palmar über dessen mediodistales Halteband (Lig.accessoriometacarpeum med.) und spaltet sich in Höhe der Karpometakarpalgelenke in den N.dig.palm.V lat. und den N.dig.palm.com.IV. Letzterer gabelt sich in die Nn.digitales palmm.proprii V med. und IV lat.

Der übrigbleibende R.prof.n.ulnaris ist der erwähnte Ast für sämtliche Interosseusmuskeln, zu denen aber auch die Mm.lumbricales I-IV, die Mm.adductores digiti (pollicis) I,II und V sowie der M.flexor pollicis brevis hinzukommen. Er passiert das eben erwähnte Halteband dorsal, wendet sich danach distomedial und spaltet sich in 3 Ästchen auf, deren laterales haardick, deren mittleres zwirnsfadendick und deren mediales stecknadeldick ist.

1. Das laterale Ästchen verläßt den Lateralrand des R.prof. bereits in Höhe der Mitte obigen Haltebandes und tritt zwischen die beiden Bäuche des M.interosseus digiti V (Abb.1). Es unterkreuzt dabei die arteriellen und venösen Rr.supff. der Rr.palmm. der A.interossea caud. bzw. der V.ulnaris. Im proximalen Drittel dieser Bäuche gibt es Zweige nur in den palmolateralen Bauch ab und verläuft danach weiter zwischen diesen beiden Bäuchen bis zum Metakarpophalangealgelenk der 5.Zehe, in dessen Kapsel es endet.

2. Das mittlere Ästchen ist die laterale Endgabel des R.prof.n. ulnaris. Es tritt an die Medialkante des palmomedialen Bauches des M.interosseus digiti V und gibt Zweige an diesen Bauch ab. Weitere Zweige sendet es zur proximalen Hälfte des M.adductor digiti V und danach in die Palmarfläche der beiden lateralen Bäuche des M.interosseus digiti IV. Anschließend tritt es zwischen diese Bäuche und den medialen Bauch dieses M.interosseus und verläuft hier bis zum Zehengrundgelenk der 4.Zehe, in dessen Kapsel es endet.

3. Das mediale Ästchen ist die mediale Endgabel des R.prof. Es tritt am proximolateralen Rand der Ursprungssehne des M.adductor digiti V zwischen diesen und den M.interosseus digiti IV und teilt sich dorsal der Ursprungssehnen der Mm.adductores

digiti V und II in 4 Zweige auf, die in lateromedialer Reihenfolge beschrieben seien.

a. Der erste Zweig durchbohrt den M.adductor digiti V, an diesen feinste Zweigchen abgebend, und endet danach in den Mm.lumbricales III und IV.

b. Der zweite Zweig zieht dorsal des M.adductor digiti V zum Winkel, den dieser Muskel mit dem gleichnamigen zweiten bildet. Bis hierhin entläßt er Zweigchen, die den palmomedialen Bauch des M.interosseus digiti IV versorgen und von denen eines parallel zum entsprechenden Endstück des mittleren Ästchens bis zum Zehengrundgelenk der 4.Zehe verläuft. Danach innerviert der zweite Zweig die Mm.adductores digiti II und V, passiert den von diesen Muskeln gebildeten Winkel und tritt von proximal her in den M.lumbricalis II ein, wo er endet.

c. Der dritte Zweig entläßt zuerst Zweigchen für die beiden lateralen Bäuche und sodann solche für die beiden medialen Bäuche des M.interosseus digiti III. Von beiden Gruppen von Zweigchen ist eines bis zur Kapsel des Zehengrundgelenks der 3.Zehe zu verfolgen.

d. Der vierte Zweig gliedert sich in 2 Teilzweige, die beide die 3 Bäuche des M.interosseus digiti II proximal durchbohren. Der eine Teilzweig innerviert dabei diese 3 Bäuche und entläßt danach 2 Endzweigchen, deren einer im M.lumbricalis I endet, während der andere das Distalende des M.interosseus digiti II abermals durchbohrt und am Zehengrundgelenk der 2.Zehe endet. Der andere Teilzweig durchsetzt den M.interosseus digiti II ohne Astabgabe an diesen Muskel und tritt von lateral her in den M.adductor pollicis sowie in den medial von diesem gelegenen M.flexor pollicis brevis, wo er endet.

F. Die Innervation der Mm.interossei digiti pedis

Sämtliche Mm.interossei der Hinterzehen werden vom R.prof. n.plant.lat. versorgt. Vor ihrer Beschreibung sollen nach dem Vorgehen am Vorderfuß die dorsalen und plantaren Zehennerven geschildert werden, wie ich sie vorfand.

Die dorsalen Hinterzehennerven entstammen ganz überwiegend vom N.fibularis supf., der sich am Tarsus in 5 Äste gliedert. Es sind dies medial und lateral die Nn.digitalis dors.II med. und V lat. Dazwischen liegen die 3 Nn.digitales dorss.comm. II-IV, die sich in die jeweiligen Zeheneigennerven der 2.-5.Zehe

gabeln. Dabei wechselt regelmäßig ein R.communicans vom 2.zum3. und sogleich anschließend ein solcher vom 3.zum 2.gemeinsamen Zehennerven hinüber. Der N.fibularis prof. teilt sich in Höhe der Mittelfußbasis in den Ast für die Mm.extensores digitales breves und in den N.metatarseus dors.II, der der einzige Metatarsalnerv ist und sich mit dem N.digitalis dors.com.II kurz vor dessen Gabelung in seine Zeheneigennerven vereinigt.

Die plantaren Hinterzehennerven werden von den beiden Nn.plantares abgegeben. Der N.plantaris med. entläßt zuerst den N.digitalis plant.II med. und spaltet sich danach in die beiden Nn.digitales plant.com.II und III und einen Ast für die 3 medialen Teile des M.flexor digitalis brevis. Der N.plantaris lat. wird in Höhe des proximalen Intertarsalgelenks von der V.saphena magna begleitet. Er liegt hier am Medialrand der in den M.flexor digitalis brevis eingelagerten oberflächlichen Beugesehne, die er hier schräg nach lateral unterkreuzt. In Höhe der Mittelfußbasis spaltet er sich am Lateralrand dieser Sehne in eine R.prof. und einen R.supf. Letzterer spaltet sich in den N.digitalis plant.V lat. und den N.digitalis plant.com.IV. Die drei gemeinsamen Zehennerven gabeln sich in ihre Zeheneigennerven, ohne vorher Verbindungsäste auszutauschen oder plantare Metatarsalnerven aufzunehmen, die der Katze fehlen.

Der übrigbleibende R.prof.n.plantaris lat. ist der erwähnte Ast für sämtliche Interosseusmuskeln einschließlich der Mm.lumbricales II-IV, der Mm.adductores digiti II und V sowie des vierteiligen M.flexor digitalis brevis. Er teilt sich wie der entsprechende Ast des Vorderfußes in 3 Ästchen, die hier jedoch als oberflächliches und als laterales und mediales tiefes Ästchen zu bezeichnen sind.

1. Das oberflächliche Ästchen ist haardünn und verläßt den R.prof. unmittelbar an dessen Ursprung am Lateralrand der oberflächlichen Beugesehne und tritt sofort proximal in den Lateralteil des vierteiligen M.flexor digitalis brevis.

2. Das laterale tiefe Ästchen ist zwirnsfadendick und tritt mit dem stärkeren medialen Ästchen auf die Dorsalfläche der tiefen Beugesehne. Es entläßt 3 Zweige, deren erster noch lateral der tiefen Beugesehne in die Distalhälfte des ebengenannten Lateral-

teils des M.flexor digitalis brevis tritt. Der zweite und dritte Zweig treten zwischen die beiden Bäuche des M.interosseus digiti V. Einer von ihnen versorgt den lateralen Bauch, der andere den medialen Bauch und das Zehengrundgelenk der 5.Zehe.

3. Das mediale tiefe Ästchen ist stecknadeldick und unterkreuzt den M.adductor digiti V in mediodistaler Richtung. Dabei spaltet es sich in nachstehende 4 Zweige auf.

a. Der erste Zweig gabelt sich in 2 Teilzweige, deren einer in das proximale Drittel des M.interosseus digiti IV eintritt und sich in dessen 3 Bäuchen verästelt, wobei die Endstrecken dieser Verästelung bis zum Distalende des Muskels zu verfolgen sind. Der andere Teilzweig verläuft längs der Plantarfläche dieses Muskels und gabelt sich in ein Zweigchen für den M.lumbricalis IV und ein Zweigchen für das Zehengrundgelenk der 4.Zehe.

b. Der zweite Zweig spaltet sich in 6 Teilzweige auf, deren erste 2 für die Mm.adductores digiti V und II bestimmt sind. 3 weitere treten in den M.interosseus digiti III ein und versorgen dessen 4 Bäuche. Der 6.Zweig zieht über die Plantarfläche dieses Muskels und gabelt sich in ein Zweigchen für den M.lumbricalis III und ein Zweigchen für das Zehengrundgelenk der 4.(!) Zehe.

c. Der dritte Zweig gliedert sich in 3 Teilzweige, dessen erster in den Medialbäuchen des M.interosseus III endet. Der zweite tritt in den M.adductor digiti II proximal jener Stelle, an welcher der Teilzweig des 2.Zweiges diesen Muskel erreicht. Der dritte Teilzweig läuft auf der Plantarfläche des M.interosseus digiti III bis zum Zehengrundgelenk der 3.Zehe, vorher ein Zweiglein für den M.lumbricalis II abgebend.

d. Der vierte Zweig bildet 2 Teilzweige, deren erster proximolateral in den M.interosseus digiti II eintritt und sich in dessen 3 Bäuchen aufästelt. Der zweite zieht über die Palmarfläche des palmomedialen Bauches dieses Muskels bis zum Zehengrundgelenk der 2.Zehe, das er innerviert.

G. Diskussion der Innervation der Mm.interossei

Die dorsalen Vorderzehennerven werden von den Nn.radialis und ulnaris entlassen und stellen ein ausschließlich oberflächliches System von gemeinsamen Zehennerven und Zehenseitennerven dar, die keinerlei Beziehungen zu den Mm.interossei aufnehmen.

Die palmaren Vorderzehennerven werden von den Nn.medianus und ulnaris entlassen und bilden wie dorsal nur ein oberflächliches System, während das tiefe System der Metakarpalnerven fehlt. Nur vom N.ulnaris, und zwar vom R.prof. seines N.palm., werden sämtliche Mm.interossei des Vorderfußes versorgt, worin ich mit allen Autoren übereinstimme. Daß dieser Ast auch sämtliche Mm.lumbricales und adductores digiti sowie den M.flexor pollicis brevis versorgt, kann entgegen v.BARDELEBEN nicht dazuführen, alle diese Muskeln zu den Interosseusmuskeln zu rechnen.

Die dorsalen Hinterzehennerven werden von den Nn.fibularis supf. und prof. entlassen. Dabei bilden die des oberflächlichen Fibularisnerven das gesamte dorsale oberflächliche System, während der tiefe einen einzigen Nerven (N.metatarseus dors.II) als Vertreter des tiefen Systems entläßt, der sich mit dem gleichzähligen dorsalen gemeinsamen Zehennerven vereinigt. Auch hier bestehen keinerlei Beziehungen zu den Mm.interossei.

Die plantaren Hinterzehennerven werden von den Nn.plantares med. und lat. entlassen, die sich in das allein vorhandene oberflächliche System von plantaren Zehennerven teilen. Das gilt beim lateralen Nerven nur für dessen R.supf., der dem Hund fehlt. Sein R.prof., der keine Nn.metatarsales entläßt, spaltet sich in zahlreiche Äste für sämtliche Mm.interossei, für die Mm.lumbricales und adductores digiti sowie für den M.flexor digitalis brevis. Auch hierin stimme ich mit allen Autoren überein, soweit sie sich über die Nervenversorgung der genannten Muskeln mehr oder weniger eingehend äußern.

IV. Zusammenfassung

Die Mm.interossei der Katze, deren Innervation mit bekannten Angaben übereinstimmt, sind stärker differenziert als bei allen bisher untersuchten Species. Sie setzen sich stets aus 2 Palmar- bzw. Plantarbäuchen zusammen, zu denen kein, ein oder zwei Dorsalbäuche hinzukommen.

Diese Dorsalbäuche enden stets mit 2 Sehnen, einer Palmarsehne und einer Seitensehne. Die Palmarsehne endet am gleichseitigen Sesambein der Sesama bina, wodurch der Dorsalbauch vornehmlich zum Beuger des Zehengrundgelenks, aber auch zum Ab- bzw. Adduktor der Zehe wird. Die Seitensehne endet an der medialen bzw. lateralen Basis der Grundphalanx, wodurch der Dorsalbauch vermehrt zum Ab- bzw. Adduktor der Zehe wird. Dadurch, daß ein fasziogener Tractus vom gleichzähligen Mittelfußknochen in die Seitensehne einstrahlt, kommt es auch zur Ab- bzw. Adduktion dieses Knochens.

Die Palmarbäuche besitzen mit Ausnahme des lateralen der 5.Zehe, der wie ein Dorsalbauch mit einer Palmarsehne endet, eine Dorsalsehne. Diese vereinigt sich auf dem Zehenrücken mit der gemeinsamen (langen) Strecksehne, nachdem sie ihrerseits, wenn sie eine laterale Dorsalsehne ist, die laterale Strecksehne aufgenommen hat. Dadurch sind die Palmarbäuche Beuger des Zehengrundgelenks und Strecker des Zehenmittelgelenks, aber auch Ab- bzw. Adduktoren der Zehen.

Diese funktionelle Vielfalt der Mm.interossei der Katze, wird der Funktion dieser Muskeln beim Menschen, beim Hund und bei den Klauen- und Huftieren gegenübergestellt.

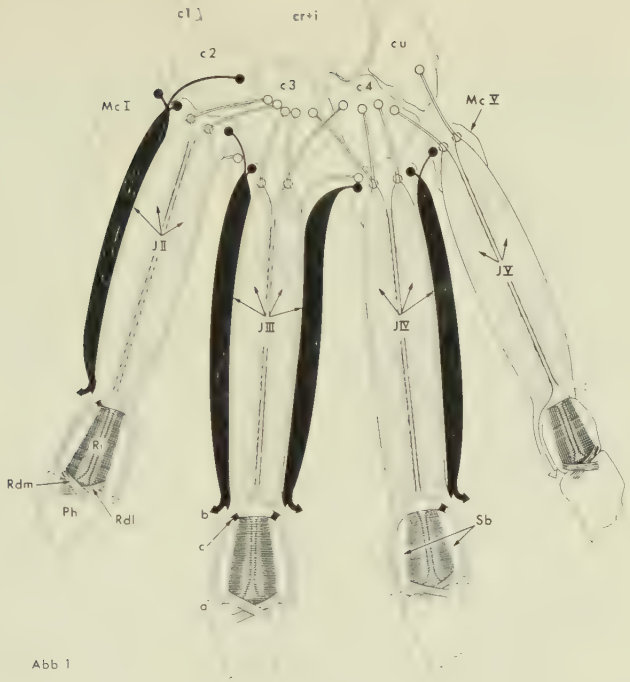


Abb 1

Abb. 1: Die Mm.interossei manus der Katze. Schematische Darstellung der Teilbäuche mit Ursprungs- und Endsehnen. Palmarbäuche hell, Dorsalbäuche dunkel und seitlich verlagert.

JII-V	Mm.interossei digiti II-V
McI-V	Ossa metacarpalia I-V
Ph	Phalanx prox.
Ri	Retinaculum intersesamoideum
Rdl	Retinaculum decussatum lat.
Rdm	Retinaculum decussatum med.
Sb	Sesama bina
a	Dorsalsehne
b	Seitensehne
c	Palmarsehne
cr+i	Os carpi radiale et intermedium
cu	Os carpi ulnare
C1-4	Os carpale I-IV

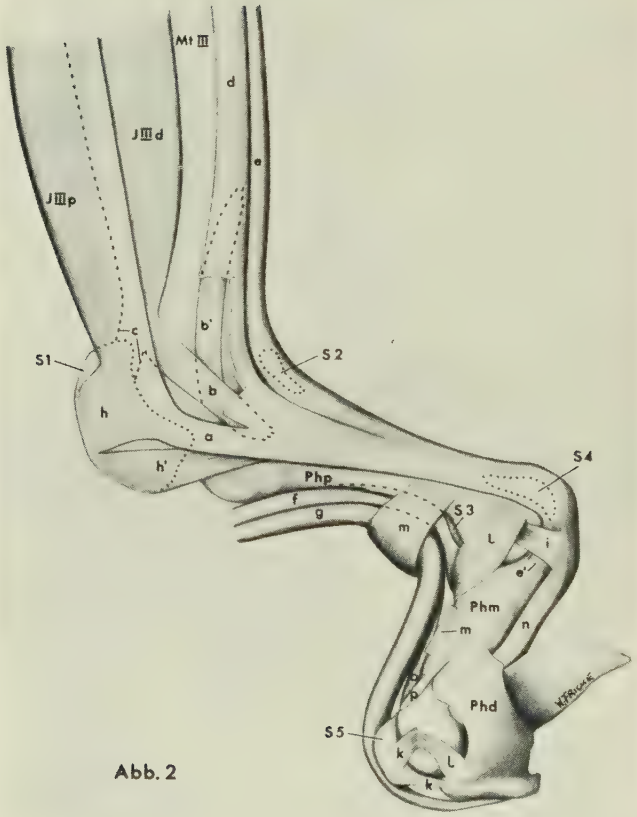

Mt III
d
JIIId
e
JIIIp
c
b'
S1
S2
b
h
a
h'
S4
Php
f
g
S3
m
L
i
e'
Phm
n
m
p
Phd
S5
k
L
k

Abb. 2

Abb. 2: Endsehnen der Mm.interossei, dargestellt an der 3.rechten Hinterzehe in lateraler Ansicht. Darstellung des Krallengelenks in Anlehnung an WÜNSCHE/PREUSS.

JIIId	M.interosseus digiti III, dorsolateraler Bauch
JIIIp	M.interosseus digiti III, palmolateraler Bauch
MtIII	Os metatarsale III
Php	Phalanx prox.
Phm	Phalanx media
Phd	Phalanx dist.
S 1-5	Sesambeine oder Sesamknorpel

a	Doralsehne
b	Seitensehne
b'	Tractus abducens
c	Palmarsehne
d	Sehne des M.ext.dig.brevis, teilweise entfernt
e	Sehne des M.ext.dig.longus
e'	Ansatzstelle von e,d und a
f	oberflächliche Beugesehne
g	tiefe Beugesehne
h	Retinaculum suspensorium von S1
h'	Retinaculum lat. von S1
i	Retinaculum collaterale lat. von n
k	Retinacula von S5
l	Lig.collaterale lat. des mittleren und distalen Zehengelenks
m	Lig.anulare intermedium und distale
n	Tendo compositus
o	Lig.plantare zwischen g und Phm
p	Lig.dorsale breve zwischen Phm und Phd

Abb. 3: 2. Zehe vorn + hinten

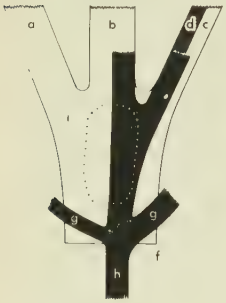


Abb. 4: 3.+4. Zehe vorn

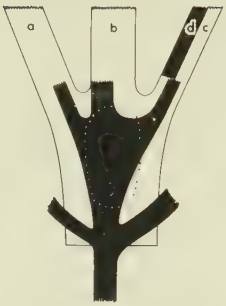


Abb. 6: 5. Zehe vorn + hinten

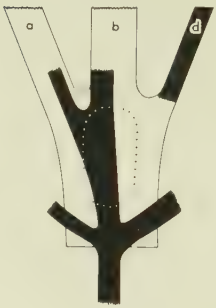


Abb. 5: 3.+4. Zehe hinten

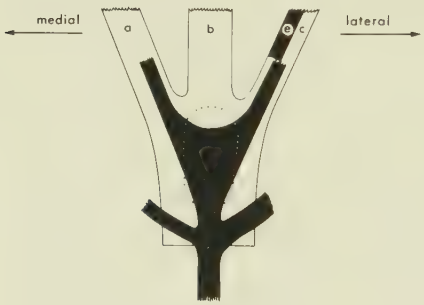


Abb. 3-6: Verschmelzunggebiet der Strecksehnen mit den Dorsalsehnen der Mm.interossei zur Darstellung der Ursprungsanteile des Tendo compositus.

a mediale Dorsalsehne
b gemeinsame bzw. lange Strecksehne
c laterale Dorsalsehne
d Sehne des M.ext.dig.lat.
e M.ext.dig.brevis
f Ansatzlinie von a-e an der Phalanx media
g Retinacula collateralia lat. und med. von h
h Tendo compositus
i Cartilago sesamoidea interphalangealis prox.dors.

V. Bibliographie

v.DARDELEBEN,K.: Über die Hand- u.Fußmuskeln der Säugetiere. Anat.Anz. 5, 435-444 (1890)

PAUM,H./O.ZIETZSCHMANN: Handbuch der Anatomie des Hundes. Paul Parey, Berlin 1936

PENNINGHOFF,A./K.BOHRTTLER: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 10.Aufl. Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1968

BOURDELLE,E./C.BRESSOU: in: MONTANÉ/E.BOURDELLE/C.BRESSOU Anatomie Regionale des Animaux Domestiques. Carnivores, Chien et Chat. Bd. 4 Librairie J.-B.Bailliere et Fils, Paris 1953

BRADLEY,O.Ch.: Topographical Anatomy of the Dog. 5.ed. Oliver and Boyd, Edinburgh-London 1948

CAMPBELL,P.: The comparative anatomy of the dorsal interosseus muscles. Anat.Rec. 73, 115-125 (1939)

ČIHÁK,R.: Mode of Extinction of the Contrahent Muscle Layer in the Embryonal Human Hand. Fol.morph. 16, 184-193 (1968)

CLARA,M.: Entwicklungsgeschichte des Menschen. 4.Aufl. Quelle u. Meyer, Heidelberg 1949

CORNING,H.K.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen 2.Aufl. J.F.Bergmann, München 1925

CORNING,H.K.: Lehrbuch der topographischen Anatomie. 24.Aufl. J.F.Bergmann, München 1949

CROUCH,J.E.: Text-Atlas of Cat Anatomy Lea u. Febiger, Philadelphia 1969

CUNNINGHAM,D.J.: The Instrinsic Muscles of the Mammalian Foot. J.Anat.Physiol. 13, 1-14 (1879)

FORSTER,A.: Die Mm.contrahentes u. interossei manus in der Säugetierreihe und beim Menschen. Arch.Anat.Physiol.,Anat.Abt. 1916

FRANCK,L.: Handbuch der Anatomie der Haustiere. 2.Aufl. Schickhard u. Ebner, Stuttgart 1883

GRÄFENBERG,E.: Die Muskeln der Hand. Anat.Hefte 30, 121-128 (1906)

GURLT,E.F.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Bd. 2, 2.Aufl.
W.Lemier, Berlin 1834

HAACK,K.: Vergleichende Untersuchungen über die Muskulatur der Gliedmaßen und des Stammes bei der Katze, des Hasen u. Kaninchen.
Diss. Bern 1903

HAFFERL,A.: Lehrbuch der topographischen Anatomie.
Springer, Berlin 1953

HENLE,J.: Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 1.u.3 1. und 3.Auflage.
Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1868 u.1871

KAJAVA,Y.: Über Homologisierung einiger Muskeln der Hand unserer Haussäugetiere.
Anat.Anz.,Erg.Heft 55, 136-153 (1921)

KOCH,T.: Lehrbuch der Veterinäranatomie. Bd. 1
VEB Fischer, Jena 1960

LANDSMEER,J.M.F.: Anatomical and functional Investigations on the articulation of the Human fingers.
Acta Anat., Suppl.24, 5-68 (1955)

v.LANZ,T./W.WACHSMUTH: Praktische Anatomie. Bd.1,3: Arm, Bd.1,4: Bein und Statik.
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1938/1959

LEWIS,O.J.: The evolution of the Mm.interossei in the primate hand.
Anat.Rec. 153, 275-288 (1965)

McMURRICH,J.P.: The Phylogeny of the plantar musculature.
Amer.J.Anat. 16, 407-437 (1907)

MILLER,M.E./G.C.CHRISTENSEN/H.E.EVANS: Anatomy of the Dog.
W.B.Saunders Comp., Philadelphia-London 1964

MIVART,G.: The cat. Bd.1 u.2
John Murray, London 1881

NICKEL,R./A.SCHUMMER/E.SEIFERLE: Anatomie der Haustiere. Bd.1, 2.Aufl.
Paul Parey, Berlin 1961

NOMINA ANATOMICA VETERINARIA, Wien 1968

PERNKOPF,E.: Topographische Anatomie des Menschen. Bd.1.u.2
Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin 1943

PREUSS,F.: Anleitung zur topographischen Ganztierpräparation des Hundes.
Selbstverlag, Berlin 1967

RAUBER,A./Fr.KOPSCH: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 19.Aufl.
Thieme, Stuttgart 1955

REIGHARD,J./H.S.JENNINGS: Anatomy of the Cat. Bd. 1 u.2
Henry Holt and Company 1901

RIBBING,L.: Die Muskeln und Nerven der Extremitäten. in: BOLK,L.,E.GÖPPERT,E.KALLIUS,W.LUBOSCH: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 5
Urban u. Schwarzenberg, Berlin u.Wien 1938

RUGE,G.: Zur vergleichenden Anatomie der tiefen Muskeln in der Fußsohle.
Gegenb.Morph.Jb. 4, 644-659 (1878)

SISSON,S./J.D.GROSSMAN: The Anatomy of the Domestic Animals.4.Aufl
W.B.Saunders Company, Philadelphia and London 1955

STRAUS - DURCKHEIM,H.: Anatomie descriptive et comparative du chat. Bd. 1 u.2
L'Auteur, Paris 1845

SUSSDORF,M.: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Bd. 1
F.Enke, Stuttgart 1895

TAYLOR,J.A.: Regional and Applied Anatomy of the Domestic Animals. 2.Teil
Oliver u. Boyd, Edinburgh-London 1959

TUTTLE, R.H.: Quantitative and Functional Studies on the Hands of the Anthropoidea. I.The Hominoidea
J.Morphol. 128, 309-360 (1969)

WIEDERSHEIM,R.: Der Bau des Menschen. 4.Aufl.
Laupp'sche Buchhandlung, Tübingen 1908

WÜNSCHE,A./F.PREUSS: Zur Mechanik des Krallengelenks der Katze. (Druck in Vorbereitung)

ZAPP,A.: Die Corpora capsularia und die Mm.interossei der Hundefüße.
Diss. Berlin FU 1967

Lebenslauf

Am 9.7.1938 wurde ich, Joachim Wolfram Lange, als zweiter Sohn des Kaufmanns Willi Lange und dessen Ehefrau Johanne, geb. Aurich, in Chemnitz geboren.

Von 1944-1952 besuchte ich die Grundschule, anschließend eine Oberschule meiner Heimatstadt. Hier machte ich im Sommer 1956 das Abitur, die Ergänzungsprüfung zum Reifezeugnis aus der DDR bestand ich im Sommer 1957 vor einem Prüfungsausschuß in Westberlin.

Nach anfänglichem Studium der Humanmedizin in Freiburg i.Br. und mehrjähriger Tätigkeit in der pharmazeutischen Industrie begann ich im Sommersemester 1964 das Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin, bestand im Sommer 1966 die tierärztliche Vorprüfung und beendete im Juli 1969 mit dem Staatsexamen mein Studium an der Freien Universität Berlin. Am 31.Juli 1969 erhielt ich die Bestallung als Tierarzt.

Herrn Prof.Dr. F.Preuß möchte ich recht herzlich für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte großzügige Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken.

Mein Dank gilt ferner allen Mitarbeitern des Instituts für Veterinäranatomie, besonders jedoch Frau Dr. A. Wünsche, der Sekretärin Frau Haase und dem wissenschaftlichen Zeichner Herrn W. Fricke.